Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа № 152 г. Челябинска»

(приложение к ООП СОО)

Рабочая программа
элективного курса «Решение физических задач – основа инженерного мышления»

Одно из труднейших звеньев учебного процесса – научить учащихся решать задачи. Физическая задача – это ситуация, требующая от учащихся мыслительных и практических действий на основе законов и методов физики, направленных на овладение знаниями по физике и на развитие мышления. Организация деятельности по решению задач является одним из условий обеспечения глубоких и прочных знаний у учащихся.

«Решение физических задач» раскрывает, в том числе, внутренние ресурсы личности ученика, выявляет уже заложенный в него потенциал, раскрывает творческое взаимодействие учителя и ученика по всем каналам восприятия окружающего мира, а также формирует инженерное мышление учащихся.

Инженерное мышление – особый вид мышления, формирующийся и проявляющийся при решении инженерных задач, позволяющих быстро, точно и оригинально решать поставленные задачи, направленные на удовлетворение технических потребностей в знаниях, способах, приемах, с целью создания технических средств и организации технологий.

Настоящий элективный курс рассчитан на преподавание в объеме 34 часа (1 час в неделю в 10 класс). Основная направленность курса - подготовить учащихся к ЕГЭ с опорой на знания и умения учащихся, приобретенные при изучении физики в 7-9 классах, а также углублению знаний по темам при изучении курса физики в 10 классе. Занятия проводятся 1 час в неделю в течение 2 полугодий.

Цель элективного курса:

формирование у обучающихся осознанного стремления к получению образования по инженерным специальностям и рабочим профессиям технического профиля.

Задачи курса:

1. развить познавательные интересы, интеллектуальные и творческие способности в процессе решения физических задач и самостоятельного приобретения новых знаний;
2. формировать представление о постановке, классификаций, приемах и методах решения физических задач;
3. применять знания по физике для объяснения явлений природы, свойств вещества, решения физических задач, самостоятельного приобретения и оценки новой информации физического содержания;
4. углубить и систематизировать знания учащихся;
5. овладеть основными методами решения задач;
6. решать задачи, связанные современным производством.

Программа элективного курса составлена с учетом государственного образовательного стандарта и содержанием основной программы курса физики базовой школы. Она ориентирует ученика на дальнейшее совершенствование уже усвоенных учащимися знаний и умений. Для этого вся программа делится на несколько разделов. В программе выделены основные разделы школьного курса физики, в начале изучения которых с учащимися повторяются основные законы и формулы данного раздела. При подборе задач по каждому разделу можно использовать вычислительные, качественные, графические, экспериментальные задачи. Большинство задач имеют практическую направленность. Решение задач прививает навыки логического рассуждения, эвристического мышления, вырабатывает исследовательские навыки.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ПО ВЫБОРУ «РЕШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ – ОСНОВА ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ»

Физическая задача. Классификация задач

Что такое физическая задача? Состав физической задачи. Физическая теория и решение задач. Значение задач в обучении и в жизни.

Классификация физических задач по требованию, содержанию, способу задания, способу решения. Примеры задач всех видов.

Составление физических задач. Основные требования к составлению задач. Способы и техника составления задач. Примеры задач всех видов.

Механика

Границы применимости классической механики. Важнейшие кинематические характеристики – перемещение, скорость, ускорение. Основные модели тел и движений.

Взаимодействие тел. Законы Всемирного тяготения, Гука, сухого трения. Инерциальная система отсчета. Законы механики Ньютона.

Импульс материальной точки и системы. Изменение и сохранение импульса. Механическая энергия системы тел. Закон сохранения механической энергии. Работа силы.

Равновесие материальной точки и твердого тела. Условия равновесия. Момент силы. Равновесие жидкости и газа. Движение жидкостей и газов.

Механические колебания и волны. Превращения энергии при колебаниях. Энергия волны.

Молекулярная физика и термодинамика

Молекулярно-кинетическая теория (МКТ) строения вещества и ее экспериментальные доказательства. Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц вещества. Модель идеального газа. Давление газа. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Менделеева–Клапейрона.

Агрегатные состояния вещества. *Модель строения жидкостей.*

Внутренняя энергия. Работа и теплопередача как способы изменения внутренней энергии. Первый закон термодинамики. Необратимость тепловых процессов. Принципы действия тепловых машин.

Электродинамика

Электрическое поле. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Конденсатор.

Постоянный электрический ток. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи. Электрический ток в проводниках, электролитах, полупроводниках, газах и вакууме. *Сверхпроводимость.*

Индукция магнитного поля. Действие магнитного поля на проводник с током и движущуюся заряженную частицу. Сила Ампера и сила Лоренца. Магнитные свойства вещества.

Закон электромагнитной индукции. Электромагнитное поле. Переменный ток. Явление самоиндукции. Индуктивность. *Энергия электромагнитного поля.*

Электромагнитные колебания. Колебательный контур.

Электромагнитные волны. Диапазоны электромагнитных излучений и их практическое применение.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ КУРСА ПО ВЫБОРУ «РЕШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ – ОСНОВА ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ»

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

При составлении материалов учитывался системно-деятельностный подход в обучении, ориентированный на такие компоненты учебной деятельности, как познавательная мотивация, учебная задача, способы решения поставленной задачи или проблемы, самоконтроль и самооценка. В ходе работы учащегося с учебным формируются соответствующие предметные, метапредметные и личностные навыки.

Личностными результатами изучения предмета элективного курса «Решение физических задач – основа инженерного мышления» являются:

- умение замечать и описывать явления окружающего мира с точки зрения физики;
- сформированность самостоятельности в приобретении новых знаний и умений;
- сформированность познавательного интереса, интеллектуальных и творческих способностей.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате изучения курса по выбору на уровне СОО у обучающегося будут сформированы познавательные УУД, коммуникативные УУД, регулятивные УУД, совместная деятельность.

Регулятивные УУД

1. Анализировать существующие и планировать будущие образовательные результаты.
2. Ставить цель деятельности на основе определённой проблемы и существующих возможностей.
3. Формулировать учебные задачи как шаги достижения поставленной цели деятельности.
4. Определять необходимые действия в соответствии с учебной и познавательной задачей и составлять алгоритм их выполнения.
5. Определять/находить (в том числе из предложенных вариантов) условия для выполнения учебной и познавательной задачи.
6. Выбирать из предложенных вариантов и самостоятельно искать средства/ресурсы для решения задачи/достижения цели.
7. Определять потенциальные затруднения при решении учебной и познавательной задач и находить средства для их устранения.
8. Планировать и корректировать свою индивидуальную образовательную траекторию.
9. Определять совместно с педагогом и сверстниками критерии планируемых результатов и критерии оценки своей учебной деятельности.
10. Систематизировать (в том числе выбирать приоритетные) критерии планируемых результатов и оценки своей деятельности.

11. Находить достаточные средства для выполнения учебных действий в изменяющейся ситуации и/или при отсутствии планируемого результата.
12. Сверять свои действия с целью и при необходимости исправлять ошибки самостоятельно.
13. Определять критерии правильности (корректности) выполнения учебной задачи.
14. Свободно пользоваться выработанными критериями оценки и самооценки, исходя из цели и имеющихся средств, различая результат и способы действий.
15. Оценивать продукт своей деятельности по заданным и/или самостоятельно определённым критериям в соответствии с целью деятельности.
16. Фиксировать и анализировать динамику собственных образовательных результатов.
17. Наблюдать и анализировать собственную учебную и познавательную деятельность и деятельность других обучающихся в процессе взаимопроверки.
18. Принимать решение в учебной ситуации и нести за него ответственность.
19. Самостоятельно определять причины своего успеха или неуспеха и находить способы выхода из ситуации неуспеха.
20. Ретроспективно определять, какие действия по решению учебной задачи или параметры этих действий привели к получению имеющегося продукта учебной деятельности.

Познавательные УУД

1. Выделять общий признак двух или нескольких предметов или явлений и объяснять их сходство.
2. Объединять предметы и явления в группы по определённым признакам, сравнивать, классифицировать и обобщать факты и явления.
3. Выделять явление из общего ряда других явлений.
4. Определять обстоятельства, которые предшествовали возникновению связи между явлениями, из этих обстоятельств выделять определяющие, способные быть причиной данного явления, выявлять причины и следствия явлений.
5. Строить рассуждение от общих закономерностей к частным явлениям и от частных явлений к общим закономерностям.
6. Излагать полученную информацию, интерпретируя её в контексте решаемой задачи.
7. Объяснять явления, процессы, связи и отношения, выявляемые в ходе познавательной и исследовательской деятельности (приводить объяснение с изменением формы представления; объяснять, детализируя или обобщая; объяснять с заданной точки зрения).
8. Обозначать символом и знаком предмет и/или явление.
9. Определять логические связи между предметами и/или явлениями, обозначать данные логические связи с помощью знаков в схеме.
10. Строить модель/схему на основе условий задачи и/или способа её решения.
11. Находить в тексте требуемую информацию (в соответствии с целями своей деятельности).
12. Ориентироваться в содержании текста, понимать целостный смысл текста, структурировать текст.

Коммуникативные УУД

1. Доносить свою позицию до других: оформлять свою речь в устной и письменной речи с учётом речевой ситуации.
2. Оформлять свои мысли в устной и письменной формах, адекватно использовать речевые средства для решения различных коммуникативных задач.
3. Владеть монологической и диалогической формами речи.
4. Учиться выполнять различные роли.
5. Договариваться и приходить к общему решению в совместной деятельности.
6. Задавать вопросы.
7. Строить позитивные отношения в процессе учебной и познавательной деятельности.
8. Целенаправленно искать и использовать информационные ресурсы, необходимые для решения учебных и практических задач с помощью средств ИКТ.

Раздел (тема) программы	**Предметные результаты**
Элективный курс «Решение физических задач – основа инженерного мышления»	**Обучающийся научится:**
	– использовать информацию физического содержания при решении учебных, практических, проектных и исследовательских задач, интегрируя информацию из различных источников и критически ее оценивая; – использовать для описания характера протекания физических процессов физические величины и демонстрировать взаимосвязь между ними; – использовать для описания характера протекания физических процессов физические законы с учетом границ их применимости; – решать качественные задачи (в том числе и межпредметного характера): используя модели, физические величины и законы, выстраивать логически верную цепочку объяснения (доказательства) предложенного в задаче процесса (явления); – решать расчетные задачи с явно заданной физической моделью: на основе анализа условия задачи выделять физическую модель, находить физические величины и законы, необходимые и достаточные для ее решения, проводить расчеты и проверять полученный результат; – учитывать границы применения изученных физических моделей при решении физических и межпредметных задач; – использовать информацию и применять знания о принципах работы и основных характеристиках изученных машин, приборов и других технических устройств для решения практических, учебно-исследовательских и проектных задач;
	Обучающийся получит возможность научиться:
	– *решать практико-ориентированные качественные и расчетные физические задачи с выбором физической модели, используя несколько физических законов или формул, связывающих известные физические величины, в контексте межпредметных связей;*

Раздел (тема) программы	Предметные результаты
	– *объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и технических устройств;* – *объяснять условия применения физических моделей при решении физических задач, находить адекватную предложенной задаче физическую модель, разрешать проблему как на основе имеющихся знаний, так и при помощи методов оценки.*

СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

Основное содержание	Кол-во часов по классам
Физическая задача. Классификация задач	1
Механика	18
Молекулярная физика и термодинамика	9
Электродинамика	6
Всего	34

Утверждаю: **Согласовано:** **Рассмотрено:**
Директор МАОУ зам.директора МАОУ
«СОШ №152 г.Челябинска» «СОШ №152 г.Челябинска» на заседании МО
_____Л.В. Баранова _____В.Г. Топунова _____Е.А. Френцель
_____ _____
_____

Тематическое планирование 10 класс 2026/2027 учебный год
Календарно-тематическое планирование разрабатывается в соответствии с ФГОС ООО и ФОП ООО, УМК, рассмотренным и утвержденным на методическом совещании учителей.

Учитель: _____

№ п\п	Дата проведения		Тема урока	Количество	Оценочная деятельность	ЦОР
	план	факт				
Физическая задача. Классификация задач (1 ч)						
1.			Что такое физическая задача? Состав физической задачи. Классификация физических задач. Примеры задач всех видов.	1	работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ
Механика (18 ч) **Кинематика (5 ч)**						
2.			Перемещение, путь, скорость. Прямолинейное равномерное движение.	1	работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ
3.			Относительность движения. Классический закон сложения скоростей.	1	работа в тетради	Образовательные анимации для уроков физики
4.			Движение с переменной скоростью. Прямолинейное равноускоренное движение.	1	работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ
5.			Характеристики движения тел по окружности: угловая скорость, циклическая частота,	1	работа в тетради	Образовательные анимации для уроков физики

			центростремительное ускорение, период и частота обращения Криволинейное движение. Станки на производстве.			
6.			Проверочный тест по теме «Кинематика»	1	самостоятельная работа	
Динамика (6 ч)						
7.			Основные понятия динамики. Силы в механике.	1	работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ
8.			Решение задач на законы Ньютона по алгоритму. Движение тела под действием нескольких сил.	1	работа в тетради	Образовательные анимации для уроков физики
9.			Движение тел по наклонной плоскости.	1	работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ
10.			Движение связанных тел. Использование блоков в строительстве.	1	работа в тетради	Образовательные анимации для уроков физики
11.			Решение задач на законы для сил тяготения: свободное падение; движение тела, брошенного вертикально вверх. Движение тела, брошенного под углом к горизонту, и движение тела, брошенного горизонтально: определение дальности, времени полета, максимальной высота подъема. Движение в поле гравитации и решение астрономических задач. Космические скорости и их вычисление.	1	работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ
12.			Проверочный тест по теме «Динамика»	1	самостоятельная работа	
Законы сохранения (3 ч)						

13.			Импульс силы. Решение задач на закон сохранения импульса и реактивное движение. Движение тел с переменной массой.		работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ
14.			Механическая работа и мощность.	1	работа в тетради	Образовательные анимации для уроков физики
15.			Потенциальная и кинетическая энергия. Решение задач на закон сохранения и превращения энергии.	1	работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ
Гидростатика (4 ч)						
16.			Закон Паскаля. Гидравлический пресс. Атмосферное давление.	1	работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ
17.			Закон Архимеда.	1	работа в тетради	Образовательные анимации для уроков физики
18.			Уравнение Бернулли. Трубопроводы.	1	работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ
19.			Тестовая работа по теме «Законы сохранения. Гидростатика».	1	самостоятельная работа	
Молекулярная физика и термодинамика (9 ч) **Газовые законы. Уравнение МКТ (6 ч)**						
20.			Решение задач на основные характеристики частиц (масса, размер, скорость). Решение задач на основное уравнение МКТ и его следствия.	1	работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ
21.			Решение задач на применение уравнения Менделеева- Клапейрона.	1	работа в тетради	Образовательные анимации для уроков физики
22.			Решение задач на характеристики состояния газа в изопроцессах. Графические задачи на изопроцессы.	1	работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ

23.			Решение задач на свойство паров.	1	работа в тетради	Образовательные анимации для уроков физики
24.			Решение задач на определение характеристик твердого тела: закон Гука в двух формах, графические задачи на закон Гука. Учет деформации в строительстве.	1	работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ
25.			Проверочная работа по теме «МКТ»**.**	1	самостоятельная работа	
Основы термодинамики (3 ч)						
26.			1 –ый и 2-ой законы термодинамики.	1	работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ
27.			Фазовые превращения первого рода.	1	работа в тетради	Образовательные анимации для уроков физики
28.			Решение задач на уравнение теплового баланса.	1	работа в тетради	
Электродинамика (7 ч) **Электростатика (3 ч)**						
29.			Электрический заряд. Закон Кулона. Напряженность.	1	работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ
30.			Потенциал. Разность потенциалов.	1	работа в тетради	Образовательные анимации для уроков физики
31.			Электрическая емкость конденсатора. Энергия заряженного конденсатора.	1	работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ
Постоянный ток (2 ч)						
32.			Закон Ома для участка цепи. Последовательное и параллельное соединение резисторов.	1	работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ
33.			Закон Ома для полной цепи. Тепловое действие тока. Закон Джойля-	1	работа в тетради	Образовательные анимации для уроков физики

			Ленца.			
Токи в различных средах (1 ч)						
34.			Условие существования электрического тока в различных средах. Гальванические элементы на производстве.	1	работа в тетради	Интерактивный урок в РЭШ

Приложение 1

Нормативно-правовое обеспечение

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
2. Федеральный закон от 24 сентября 2022 г. № 371-ФЗ «О внесении изменений в федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации»;
3. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 02 июля 2021 г. № 400;
4. Основы государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей, утвержденные Указом Президента Российской Федерации от 09 ноября 2022 г. № 809;
5. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года», утвержденные Указом Президента Российской Федерации от 07 мая 2024 г. № 309;
6. Основы государственной политики Российской Федерации в области исторического просвещения, утвержденные Указом Президента Российской Федерации от 08 мая 2024 г. № 314;
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 11 октября 2023 г. «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» № 1678;
8. Приказ Министерства образования науки Российской Федерации от 17.05.2012 г. «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» № 413;
9. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05. 2023 г. «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования» № 371;
10. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 09 мая 2024 г. «О внесении изменений в некоторые приказы Министерства просвещения Российской Федерации, касающиеся федеральных образовательных программ начального общего образования, основного общего образования и среднего общего образования» № 704;
11. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 08.10.2025 "О внесении изменений в некоторые приказы Министерства просвещения Российской Федерации, касающиеся федеральных образовательных программ начального общего образования, основного общего образования и среднего общего образования"№ 729;
12. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 10.11.2025 "О внесении изменений в некоторые приказы Министерства просвещения Российской Федерации, касающиеся федеральных образовательных программ начального общего образования, основного общего образования и среднего общего образования"№ 808;
13. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 22.06.2026 «Об утверждении федерального перечня учебников, допущенных к использованию при

реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования организациями, осуществляющими образовательную деятельность, и установлении предельного срока использования исключенных учебников и разработанных в комплекте с ними учебных пособий» № 436;

14. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 26.03. 2026 г. «О внесении изменений в приложения №1 и №2 к приказу Министерства просвещения Российской Федерации от 26.06.2025 г. № 495 «Об утверждении федерального перечня учебников, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования организациями, осуществляющими образовательную деятельность, и установлении предельного срока использования исключенных учебников и разработанных в комплекте с ними учебных пособий» № 203;
15. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 23.07.25 «Об утверждении федерального перечня электронных образовательных ресурсов, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования» № 551;
16. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 22 марта 2021 г. «О порядке организации и осуществления образовательной деятельности по основным общеобразовательным программам – образовательным программам начального общего, основного общего и среднего общего образования» № 115;
17. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 06 ноября 2024 г. «Об утверждении перечня документов, подготовка которых осуществляется педагогическими работниками при реализации основных общеобразовательных программ, образовательных программ среднего профессионального образования» № 779;
18. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 28 ноября 2024 г. «Об утверждении перечня средств обучения и воспитания, соответствующих современным условиям обучения, необходимых при оснащении общеобразовательных организаций в целях реализации мероприятий государственной программы Российской Федерации «Развитие образования», направленных на содействие созданию (создание) в субъектах Российской Федерации новых (дополнительных) мест в общеобразовательных организациях, модернизацию инфраструктуры общего образования, школьных систем образования, критериев его формирования и требований к функциональному оснащению общеобразовательных организаций» № 838;
19. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и/или безвредности для человека факторов среды обитания», утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 2 (в редакции постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30 декабря 2022 г. № 24);
20. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 02.06.2026 № 19 "Об утверждении СП 2.4.2.4283-26 Санитарно-

эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи" (вместе с "СП 2.4.4283-26. Санитарные правила...");

21. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 02.06.2026 № 18 "Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил и норм СанПиН 2.3/2.4.4282-26 "Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения;
22. Письмо ГБУ ДПО «Челябинский институт развития образования» от 29 апреля 2025 г. «О направлении методических комментариев об изменениях в основные общеобразовательные программы начального общего, основного общего и среднего общего образования» № 1468;
23. Письмо ГБУ ДПО «Челябинский институт развития образования» от 02.03.2026г. «О направлении методических комментариев об изменениях в основные общеобразовательные программы начального общего, основного общего и среднего общего образования с 01 сентября 2026 года» № 546;
24. Письмо ГБУ ДПО «Челябинский институт развития образования» от 10.04.2026г. «О направлении методических комментариев об изменениях в основные общеобразовательные программы начального общего, основного общего и среднего общего образования с 01 сентября 2026 года» № 1076;

Приложение 2

Учебно-методический комплекс курса по выбору «Решение физических задач – основа инженерного мышления» на 2026/2027 учебный год

Класс	Учебник	Методическое и дидактическое обеспечение
10	Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б., Сотский Н. Н. / под ред. Парфентьевой Н. А. Физика. 10 класс. Учебник. Базовый и углублённый уровни. — М.: Просвещение, 2026.	Зорин, Н.И., Элективный курс «Методы решения физических задач». – М.: ВАКО, 2007 Материалы сайтов: Библиотека ЦОК https://urok.apkpro.ru/ www.fipi.ru www.vpr.statgrad.org

Учебно-методический комплекс по данному курсу полностью соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта, входит в федеральный перечень учебников и учебных пособий на 2026/2027 учебный год и обеспечивает реализацию рабочей программы.

Приложение 3

Реализация рабочей программы элективного курса «Решение физических задач – основа инженерного мышления» для обучающих с ограниченными возможностями здоровья

Реализация рабочей программы для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья соответствует содержанию рабочей программы элективного курса по физике с учетом требований к планируемым результатам освоения учебного предмета. При этом скорректированы оценочные материалы в части объема заданий для выполнения и время выполнения. При подборе содержания занятий для учащихся с ОВЗ учитываются, с одной стороны, принцип доступности, а с другой стороны, не допускаются излишнего упрощения материала. Содержание становится эффективным средством активизации учебной деятельности в том случае, если оно соответствует психическим, интеллектуальным возможностям детей и их потребностям.

В ходе обучения элективного курса «Решение физических задач – основа инженерного мышления» применение средств активизации учебной деятельности является необходимым условием успешности процесса обучения школьников с ОВЗ.

При работе с обучающимися с ограниченными возможностями здоровья соблюдаются общие принципы и правила:

1). индивидуальный подход к каждому ученику;

2). предотвращение наступления утомления, используя для этого разнообразные средства (чередование умственной и практической деятельности, преподнесение материала небольшими дозами, использование интересного и красочного дидактического материала и средств наглядности);

3). использование методов, активизирующих познавательную деятельность учащихся, развивающих их устную и письменную речь и формирующих необходимые учебные навыки;

4). проявление педагогического такта. Постоянное поощрение за малейшие успехи, своевременная и тактическая помощь каждому ребёнку, развитие в нём веры в собственные силы и возможности.

Эффективными приемами воздействия на эмоциональную и познавательную сферу детей с отклонениями в развитии являются:

- игровые ситуации;
- дидактические игры, которые связаны с поиском видовых и родовых признаков предметов;
- игровые тренинги, способствующие развитию умения общаться с другими;
- психогимнастика и релаксация, позволяющие снять мышечные спазмы и зажимы, особенно в области лица и кистей рук.

Приложение 4

Реализация национальных, региональных и этнокультурных особенностей при изучении курса по выбору

При проектировании основных образовательных программ среднего общего образования учитываются национальные, региональные и этнокультурные особенности.

Нормативными основаниями учета таких особенностей в содержании основных образовательных программ являются Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» и федеральные государственные образовательные стандарты среднего общего образования. В соответствия с требованиями ФГОС в образовательные программы включены вопросы, связанные с учетом национальных, региональных и этнокультурных особенностей.

В соответствии с Приказом Министерства и образования и науки Челябинской области от 30.05. 2014 №01/1839 «О внесении изменений в областной базисный учебный план для образовательных организаций Челябинской области, реализующих программы основного общего и среднего общего образования» при реализации Федерального государственного образовательного стандарта для изучения национальных, региональных и этнокультурных особенностей в предметное содержание с выделением 10-15% учебного времени от общего количества часов инвариантной части.

Включение национальных, региональных и этнокультурных особенностей содержания образования обогащает образовательные цели и выступает важным средством воспитания и обучения, источником распространения о жизни региона и всей страны. Кроме этого, происходит расширение и углубление знаний о регионе на макро- и мегауровнях, широкого вовлечения школьников в доступную им учебную исследовательскую проектную деятельность по региональной тематике. Учащиеся получают реальную возможность применения полученных знаний и умений на практике. Реализация национально-регионального содержания образования осуществляется путем включения регионального материала в содержание соответствующих тем уроков. Отбор национально-регионального содержания изучаемых вопросов произведен в соответствии с рекомендациями ЧИППКРО и методическими рекомендациями по использованию национально-регионального содержания среднего образования.

Изучение НРЭО на уроках элективного курса по физике предусмотрено базисным учебным планом. В каждой параллели на этот вопрос отводится не менее 10% учебного времени в год.

Целями разработки моделей регионального компонента школьного физического образования является содействие старшим школьникам в формировании осмысленной, активной и деятельностной позиции за счет включения в решение национальных, региональных (на макро- и мегауровнях) и этнокультурных проблем современности; поддержка старшеклассников в самоопределении в части поиска своего места и роли в развитии и преобразовании национальных, региональных и этнокультурных достижений. Данные модели синтезируются и обогащаются технологиями

проблемного, развивающего и личностно ориентированного обучения на основе совокупности подходов: системного, компетентностного, деятельностного.

Использование национальных, региональных и этнокультурных особенностей на занятиях курса и во внеклассной деятельности проводится в следующих аспектах:

1. формирование умений владеть приемами оценки, анализа и прогноза изменений природы своего региона под влиянием хозяйственной деятельности человека;
2. вовлечение учащихся в активную исследовательскую деятельность по изучению родного края;
3. формирование знаний о вкладе в науку известных ученых-физиков;
4. выполнение правил природоохранного поведения;
5. знакомить с состоянием окружающей среды, с вопросами ее охраны;
6. проводить профориентационную работу, заключающуюся в знакомстве с профессиями физического профиля, необходимыми на предприятиях области;
7. информировать об учебных заведениях, готовящих будущих специалистов;
8. работать со специальной литературой, расширять кругозор учащихся, развивать способность к самообразованию.

Варианты, в которых проводится реализации содержания НРЭО

1. фрагментарное включение материалов в урок в виде сообщений, кроссвордов, расчетных задач;
2. готовятся презентации;
3. выполняются реферативные работы;
4. проводятся экскурсии.

Содержание национальных, региональных и этнокультурных особенностей наполняется сведениями из истории науки *физики*; экологическими, оценочными знаниями; вопросами прикладного характера.

Знания из истории науки на курсе по выбору:

1. Знания об открытиях, исторических опытах в городе, области, послуживших ключевыми моментами в развитии физики как науки.
2. Сведения из жизни ученых-физиков города.

Экологические знания. Основными физическими факторами, загрязняющими окружающую среду на территории края, являются шум и электромагнитные поля. К источникам шума относятся: производственные объекты, внутригородской автомобильный транспорт. Источниками электромагнитных полей являются радиотехнические объекты, излучающие электромагнитную энергию в окружающую среду. В последние годы наблюдается широкое распространение маломощных источников электромагнитного излучения (ЭМИ) и приближение их к местам пребывания людей. Это источники излучения базовых станций сотовой, пейджинговой связи.

В рамках промышленной экологии рассматриваются вопросы газопылевых выбросов и их рассеяния через высокие трубы; вопросы энергетики предприятий; аспекты выработки электроэнергии на тепловых электростанциях; вопросы городской и экологии; о физическом загрязнении окружающей среды, его источниках, предельно

допустимой концентрации (ПДК) уровня загрязнения в городе; влиянии физических параметров окружающей среды на здоровье человека.

Оценочные знания формируются при выявлении проблем промышленности, науки, медицины, оценки эффективности деятельности предприятий, экологической чистоты их технологий.

Вопросы прикладного характера. Достижения и открытия физики оказывают воздействие на все отрасли материального производства: энергетика, электроника, электротехника. Прикладной характер политехнического материала предполагает изучение отдельных технических объектов и процессов. При отборе политехнического материала и примеров прикладного характера учитывается региона.

В результате использования НРЭО на занятиях, предполагается, что реализация моделей регионального компонента школьного физического образования повысит: качество знаний и умений учащихся по физике и уровень познавательного интереса у учащихся.

Тема раздела	**Тема урока**	**Содержание материала НРЭО**
Механика	Импульс силы. Решение задач на закон сохранения импульса и реактивное движение. Движение тел с переменной массой.	Роль космических аппаратов в контроле за состоянием атмосферы, в том числе Челябинской области
Молекулярная физика. Термодинамика	Решение задач на свойство паров.	Среднегодовая влажность в г.Челябинске и ее влияние на человека. Влияние загрязнение атмосферы Челябинска на конденсацию пара в ней.
	1 –ый и 2-ой законы термодинамики.	Физические процессы, сопровождающие работу теплового двигателя и загрязняющие окружающую среду Южного Урала. Влияние увеличения количества машин, на улицах Челябинска, на окружающую среду.
Электродинамика	Условие существования электрического тока в различных средах. Гальванические элементы на производстве.	Практическое применение закона на Челябинском цинковом заводе. Экологические аспекты электролитического производства.

Список литературы, используемый при реализации НРЭО на уроках элективного курса по физике

1. 1. Про Маяк». Газета производственного объединения «Маяк». № 19 – 23.
2. Борисенко, Е.Б. изменение климата и человека – М.: Знание, 1990 г.
3. Винокурова, Н.Ф., Трушин В.В. глобальная экология. 10 – 11 классы. – М.: Просвещение, 1998 г.
4. Газеты «Зеленый мир». Экология: проблемы и программы. Общероссийская некоммерческая научно – публицистическая и информационно – методическая газета. № 3-13.
5. Гордиец, Б.Ф., Марков, М.Н., Шемкин, Л.А. Солнечная активность и Земля. – М.: Знание, 1999 г.
6. Еженедельное приложение к газете «Первое сентября. Физика». 1999 – 2015 гг.
7. Изменение климата. Потепление. // Физика в школе, № 6, 2006 г.
8. Информационный центр атомной отрасли – Росатом.
9. Колбовский, Е.Ю. Изучаем природу в городе. – Ярославль: Академия развития, 2006 г.
10. Комплексный доклад о состоянии природной среды Челябинской области. – Челябинск, 2002 г.
11. Комплексный доклад. Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды на службе области. – Челябинск, 2002 г.
12. Коркинский стекольный завод.
13. Курчатовский район г.Челябинска. – Челябинск, ЗАО Фирма Горо, 2006 г.
14. Левит, А.И. Южный Урал: география, экология, природопользование. – Челябинск: Юж.- Ур. Кн. Изд., 2005 г.
15. Лисин, В.С., Юсорин Ю.С. ресерсо-экологические проблемы XXI века и металлургия. – М.: Высшая школа, 1998 г.
16. Лучич, С.И. Радиобеседы об экологии (отдельные ксерокопии).
17. Мир металла. Специализированный информационный журнал. – санкт – Петербург, «Полиграфический центр «Мультипринт»», 2001 г.
18. Муниципальное учреждение здравоохранения Городская клиническая поликлиника № 5 Курчатовского района г.Челябинска
19. Научно – методический журнал «Физика в школе». 1999- 2015 гг.
20. Охрана природы Южного Урала – 2008. Областной экологический альманах. – Челябинск, ОАО «Челябинский Дом печати», 2005 г.
21. Парк чудес «Галилео».
22. Петрянов, И.С., Сутугин, А,Г. Аэрозоли. – М.: Знание, 1999 г.
23. Познай свой край. Челябинская область. Краткий справочник. – Челябинск: Абрис, 2006 г.
24. Проблемы экологии Южного Урала. Ежеквартальный научно – технический журнал. № 2, 1997 г.
25. Рефераты учащихся.
26. Рыженков, Е.Б. Физика. Человек. Окружающая среда. 7 класс. М.: Просвещение, 2000 г.
27. Рыженков, Е.Б. Физика. Человек. Окружающая среда. 8 класс. М.: Просвещение, 2000 г.
28. Рыженков, Е.Б. Физика. Человек. Окружающая среда. 9 класс. М.: Просвещение, 2000 г.
29. Савинцев, Ю.В. Ядерная энергетика и экология. – М.: Наука, 1999 г.
30. Социально – экономический журнал. Челябинск. № 7. – Челябинск, Восточные ворота, 2000 г.

31. Территория обслуживания сотовой связи стандарт GSM.
32. Триумф гравитации. Журнал «Вокруг света». № 12, 2001 г.
33. Урал и экология. – Екатеринбург, 2001 г.
34. Челябинская область. Краткий справочник: авторы – составители М.С. Гитис, А.П. Моисеев – Челябинск, АБРИС, 2006 г.
35. Экологическая карта Челябинской области.
36. Экология. Энциклопедия для детей. – М.: Аванта +, 2001 г.

Приложение 5

Реализация воспитательного потенциала курса по выбору «Решение физических задач – основа инженерного мышления» на уровне среднего общего образования

Воспитательный потенциал курса по выбору «Решение физических задач – основа инженерного мышления» реализуется через:

- формирование представление об устройстве мира, формирование основных фундаментальных физических законов, умение их анализировать, интерпретировать, применять, уметь прогнозировать развитие ситуации и находить пути решения;
- реализацию исторического подхода, который позволяет раскрыть содержание физики, как составной части Мировой общечеловеческой культуры, а также показать учащимся общие закономерности и принципы научного познания;
- раскрытие человеческого смысла науки о Природе, так как историзм формирует научное мировоззрение, развивает интерес к науке, способствует повышению качества знаний, помогает нравственно воспитывать учащихся, совершенствует методику преподавания физики;
- обоснование научного, философского и методологического значения учебного материала и выявление его важности; раскрытие ценностных аспектов физики как науки; анализ ценности самой жизни и проблемы самореализации личности человека на примерах творчества выдающихся учёных – физиков, а следовательно воспитание патриотизма, прежде всего, связано с воспитанием благодарной памяти к героическому прошлому нашего народа;
- формирование современных научных взглядов на экологические проблемы, понимание их значимости в условиях стремительно развивающегося в мире научно-технического прогресса, показывать научно обоснованные способы уменьшения вредного воздействия хозяйственной деятельности человека на природу, знакомство учащихся с современными методами изучения и охраны природы, обобщить полученные на других уроках знания;
- решение задач, интересных по содержанию, богатых идеями, имеющих несколько способов решения, которые выполняют на уроках учащиеся, в том числе и решение задач с экологическим содержанием, которые у учащихся вызывают большой интерес;
- привлечение внимания обучающихся к ценностному аспекту изучаемых на уроках явлений, организацию их работы с получаемой на уроке социально значимой информацией – инициирование ее обсуждения, высказывания обучающимися своего мнения по ее поводу, выработки своего к ней отношения;
- демонстрацию обучающимся примеров ответственного, гражданского поведения, проявления человеколюбия и добросердечности, через подбор соответствующих текстов для чтения, задач для решения, проблемных ситуаций для обсуждения в классе;
- применение на уроках интерактивных форм работы с обучающимися: интеллектуальных игр, стимулирующих познавательную мотивацию обучающихся; дидактического театра, где полученные на уроке знания обыгрываются в театральных постановках; дискуссий, которые дают обучающимся возможность

приобрести опыт ведения конструктивного диалога; групповой работы или работы в парах, которые учат обучающихся командной работе и взаимодействию с другими обучающимися;

- инициирование и поддержку исследовательской деятельности обучающихся в рамках реализации ими индивидуальных и групповых исследовательских проектов, что даст обучающимся возможность приобрести навык самостоятельного решения теоретической проблемы, навык генерирования и оформления собственных идей, навык уважительного отношения к чужим идеям, оформленным в работах других исследователей, навык публичного выступления перед аудиторией, аргументирования и отстаивания своей точки зрения;

Приложение 6

Формирование функциональной грамотности на занятиях курса по выбору «Решение физических задач – основа инженерного мышления»

Функционально грамотный человек – это человек, который способен использовать приобретаемые в течение жизни знания, умения, и навыки для решения максимально широкого диапазона жизненных задач в различных сферах человеческой деятельности, общения и социальных отношений. Повышение уровня функциональной грамотности обучающихся обеспечивается:

- за счет достижения планируемых предметных, метапредметных и личностных результатов;
- реализацией системно-деятельностного подхода;
- решением различных учебно-познавательных и учебно-практических задач.

В качестве основных составляющих функциональной грамотности выделены шесть:

- математическая грамотность;
- читательская грамотность;
- естественнонаучная грамотность;
- финансовая грамотность;
- глобальные компетенции;
- креативное мышление.

Главной характеристикой каждой составляющей является способность действовать и взаимодействовать с окружающим миром, решая при этом разнообразные задачи, в том числе и на уроках физики.

Математическая грамотность – это способность индивидуума проводить математические рассуждения и формулировать, применять, интерпретировать математику для решения проблем в разнообразных контекстах реального мира. На уроках физики предлагается решать учебные задачи, близкие к реальным проблемные ситуации, представленные в некотором контексте и разрешаемые доступными учащемуся средствами математики. Учитель представляет на уроке особенности и элементы окружающей обстановки, представленные в задании в рамках предлагаемой ситуации. Эти ситуации связаны с разнообразными аспектами окружающей жизни и требуют для своего решения большей или меньшей математизации.

Читательская грамотность – одна из важнейших составляющих оценки функциональной грамотности школьника. Предметом реализации является чтение как сложноорганизованная деятельность по восприятию, пониманию и использованию текстов. В преподавании физики необходимо уделять особое внимание значимости умений, связанных как с пониманием прочитанного, так и с развитием способности применять полученную в процессе чтения информацию в разных ситуациях, в том числев нестандартных.

Для того чтобы человек мог в полной мере участвовать в жизни общества, ему необходимо уметь находить в текстах различную информацию, понимать и анализировать её, уметь интерпретировать и оценивать прочитанное. В современном образовательном пространстве школьнику необходимо постоянно проявлять способность находить информационно-смысловые взаимосвязи текстов разного типа

и формата, в которых поднимается одна и та же проблема, соотносить информацию из разных текстов с внетекстовыми фоновыми знаниями, критически оценивать информацию и делать собственный вывод.

Естественнонаучная грамотность – это способность человека занимать активную гражданскую позицию по общественно значимым вопросам, связанным с естественными науками, и его готовность интересоваться естественнонаучными идеями. Естественнонаучная грамотность на уроках физики развивает способность человека применять естественнонаучные знания и умения в реальных жизненных ситуациях, в том числе в случаях обсуждения общественно значимых вопросов, связанных с практическими применениями достижений естественных наук.

Компетенции ЕНГ и требования ФГОС ООО к образовательным результатам

Компетенции ЕНГ	**Требования ФГОС ООО к образовательным результатам**
Научное объяснение явлений, включая: применение естественнонаучных знаний для объяснения явлений; использование и созданиеобъяснительных моделей;и др.	Создание, применение и преобразование знаков и символов, моделей и схем для решения учебных и познавательных задач *(метапредметный результат образования).*
Понимание основных особенностей естественнонаучного исследования, включая: распознавание и формулирование цели данного исследования; выдвижение объяснительных гипотез и предложение способов их проверки; предложение или оценка способов научного исследования данного вопроса.	Овладение научным подходом к решению различных задач; овладение умениями формулировать гипотезы *(общие предметные результаты изучения физики).* Приобретение опыта применения научных методов познания *(предметный результат изучения физики)*.
Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов, включая: анализ, интерпретацию данных и получение соответствующих выводов; преобразование одной формы представления данных в другую;и др.	Определение понятий, создание обобщений, установление аналогий, классификация, установление причинно-следственных связей, построение логических рассуждений, умозаключений (индуктивных, дедуктивных и по аналогии) и получение выводов *(метапредметный результат образования).* Оценка результатов экспериментов, представление научно обоснованных аргументов своих действий *(общие предметные результаты изучения физики).*

Физика, особенно в современную информационную эпоху, должны преподаваться не как огромный набор сведений, предназначенный для запоминания, а

как действенный инструмент познания мира.

Финансовая грамотность - способность личности принимать разумные, целесообразные решения, связанные с финансами, в различных ситуациях собственной жизнедеятельности. Эти решения касаются и сегодняшнего опыта учащихся, и их ближайшего будущего (от простых решений по поводу расходования карманных денег до решений, имеющих долгосрочные финансовые последствия, связанных с вопросами образования и работы). На этапе знакомства с такими статьями планирования семейного бюджета как жилищно-коммунальное хозяйство и услуги важные качества и навыки, выражающиеся в наблюдении в раннем возрасте за работой приборов учета потребления электроэнергии и воды, могут эффективно трансформироваться в такие умения как проведение анализа показателей электроприборов, среднегодовой расчет потребляемой электроэнергии, ведение статистики счетчиков, проведение анализа общедомового расхода электроэнергии и т. д.

Глобально компетентная личность - человек, который способен воспринимать местные и глобальные проблемы и вопросы межкультурного взаимодействия, понимать и оценивать различные точки зрения и мировоззрения, успешно и уважительно взаимодействовать с другими людьми, а также ответственно действовать для обеспечения устойчивого развития и коллективного благополучия. Глобальную компетентность (глобальные компетенции) можно рассматривать как специфический обособленный ценностно-интегративный компонент функциональной грамотности, имеющий собственное предметное содержание, ценностную основу и нацеленный на формирование универсальных навыков. Парадокс формирования глобальной компетентности как базового личностного образования связан с пониманием ее открытого, незавершенного состояния. Опосредованно это выражается в постоянной готовности глобально компетентного человека к переработке дополнительной информации, к получению новых знаний о мире и социальных взаимодействиях, под влиянием которых может меняться представление о соотношении глобального и локального, о целевых установках самостоятельной деятельности и коммуникаций. С другой стороны, стабильность глобальной компетентности связана с ее ценностной основой: направленностью на понимание ценности другого, на осознанное ответственное отношение к окружающим.

Креативное мышление - способность продуктивно участвовать в процессе выработки, оценки и совершенствовании идей, направленных на получение инновационных и эффективных решений, нового знания и эффектного выражения воображения. Креативное мышление на физике может проявлять себя разными способами: в виде новой идеи, привносящей вклад в научное знание; в виде замысла эксперимента для проверки гипотезы; в виде развития научной идеи; в виде изобретения, имеющего прикладную ценность; в виде планирования новых областей применения научной, инженерной деятельности. Несмотря на значительное пересечение с естественнонаучными умениями и навыками, креативное мышление в физике больше сфокусировано:

- на процессе выдвижения новых идей, а не на применении уже известных знаний;

- на оригинальности предлагаемых подходов и решений (при условии, что ответы имеют смысл и ценность);
- на открытых проблемах, допускающих альтернативные решения и потому требующих серии приближений и уточнений;
- на способах и процессе получения решения, а не на ответе.

Функциональная грамотность	**Составляющие функциональной грамотности на уроках физики**
Финансовая грамотность	Совокупность знаний, навыков и установок в сфере финансового поведения человека, ведущих к улучшению благосостояния и повышению качества жизни.
Глобальные компетенции	Сочетание знаний, умений, взглядов, отношений и ценностей, успешно применяемых при личном или виртуальном взаимодействии с людьми, которые принадлежат к другой культурной среде, и при участии отдельных лиц в решении глобальных проблем
Креативное мышление	Способность продуктивно участвовать в процессе выработки, оценки и совершенствовании идей, направленных на получение инновационных и эффективных решений, и/или нового знания, и/или эффектного выражения воображения.
Естественно-научная грамотность	Способность человека занимать активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с естественно-научными идеями и технологиями промышленного производства.
Читательская грамотность	Способность человека понимать и использовать письменное тексты, размышлять о них и заниматься чтением, чтобы достигать своих целей, расширять свои знания и возможности, участвовать в социальной жизни
Математическая грамотность	Способность формулировать, применять и интерпретировать математику в разнообразных контекстах: применять математические рассуждения; использовать математические понятия и инструменты

Приложение 7

Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования

10 КЛАСС

Код проверяемого результата	**Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования**
10.1	Демонстрировать на примерах роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей
10.2	Учитывать границы применения изученных физических моделей: материальная точка, инерциальная система отсчёта, абсолютно твёрдое тело, идеальный газ; модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел, точечный электрический заряд – при решении физических задач
10.3	Распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе законов механики, молекулярно-кинетической теории строения вещества и электродинамики: равномерное и равноускоренное прямолинейное движение, свободное падение тел, движение по окружности, инерция, взаимодействие тел; диффузия, броуновское движение, строение жидкостей и твёрдых тел, изменение объёма тел при нагревании (охлаждении), тепловое равновесие, испарение, конденсация, плавление, кристаллизация, кипение, влажность воздуха, повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде, связь между параметрами состояния газа в изопроцессах; электризация тел, взаимодействие зарядов
10.4	Описывать механическое движение, используя физические величины: координата, путь, перемещение, скорость, ускорение, масса тела, сила, импульс тела, кинетическая энергия, потенциальная энергия, механическая работа, механическая мощность; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами
10.5	Описывать изученные тепловые свойства тел и тепловые явления, используя физические величины: давление газа, температура, средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул, среднеквадратичная скорость молекул, количество теплоты,

	внутренняя энергия, работа газа, коэффициент полезного действия теплового двигателя; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинам
10.6	Описывать изученные электрические свойства вещества и электрические явления (процессы), используя физические величины: электрический заряд, электрическое поле, напряжённость поля, потенциал, разность потенциалов; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы; указывать формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами
10.7	анализировать физические процессы и явления, используя физические законы и принципы: закон всемирного тяготения, I, II и III законы Ньютона, закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, принцип суперпозиции сил, принцип равноправия инерциальных систем отсчёта; молекулярно-кинетическую теорию строения вещества, газовые законы, связь средней кинетической энергии теплового движения молекул с абсолютной температурой, первый закон термодинамики; закон сохранения электрического заряда, закон Кулона; при этом различать словесную формулировку закона, его математическое выражение и условия (границы, области) применимости
10.8	Объяснять основные принципы действия машин, приборов и технических устройств; различать условия их безопасного использования в повседневной жизни
10.9	Выполнять эксперименты по исследованию физических явлений и процессов с использованием прямых и косвенных измерений; при этом формулировать проблему (задачу) и гипотезу учебного эксперимента, собирать установку из предложенного оборудования, проводить опыт и формулировать выводы
10.10	Осуществлять прямые и косвенные измерения физических величин; при этом выбирать оптимальный способ измерения и использовать известные методы оценки погрешностей измерений
10.11	Исследовать зависимости между физическими величинами с использованием прямых измерений; при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, делать выводы по результатам исследования
10.12	Соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента, учебно-исследовательской и проектной деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования
10.13	Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью,

	используя физические законы и принципы; на основе анализа условия задачи выбирать физическую модель, выделять физические величины и формулы, необходимые для её решения, проводить расчёты и оценивать реальность полученного значения физической величины
10.14	Решать качественные задачи: выстраивать логически непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления
10.15	Использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации, полученной из различных источников; критически анализировать получаемую информацию
10.16	Приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-физиков в развитие науки, объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий
10.17	Использовать теоретические знания по физике в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде
10.18	Работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять обязанности и планировать деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы

Приложение 8

Проверяемые элементы содержания

Код раздела	Код проверяемого элемента	Проверяемые элементы содержания
1	ФИЗИКА И МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ	
	1.1	Физика – наука о природе. Научные методы познания окружающего мира. Роль эксперимента и теории в процессе познания природы. Эксперимент в физике
	1.2	Моделирование физических явлений и процессов. Научные гипотезы. Физические законы и теории. Границы применимости физических законов. Принцип соответствия. Роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в практической деятельности людей
2	МЕХАНИКА	
2.1	КИНЕМАТИКА	
	2.1.1	Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта. Траектория
	2.1.2	Перемещение, скорость (средняя скорость, мгновенная скорость) и ускорение материальной точки, их проекции на оси системы координат. Сложение перемещений и сложение скоростей
	2.1.3	Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Графики зависимости координат, скорости, ускорения, пути и перемещения материальной точки от времени
	2.1.4	Свободное падение. Ускорение свободного падения
	2.1.5	Криволинейное движение. Равномерное движение материальной точки по окружности. Угловая скорость, линейная скорость. Период и частота. Центростремительное ускорение
	2.1.6	Технические устройства: спидометр, движение снарядов, цепные и ременные

		передачи
	2.1.7	Практические работы. Измерение мгновенной скорости. Исследование соотношения между путями, пройденными телом за последовательные равные промежутки времени при равноускоренном движении с начальной скоростью, равной нулю. Изучение движения шарика в вязкой жидкости. Изучение движения тела, брошенного горизонтально
2.2	ДИНАМИКА	
	2.2.1	Принцип относительности Галилея. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта
	2.2.2	Масса тела. Сила. Принцип суперпозиции сил
	2.2.3	Второй закон Ньютона для материальной точки в инерциальной системе отсчёта (ИСО). Третий закон Ньютона для материальных точек
	2.2.4	Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Первая космическая скорость. Вес тела
	2.2.5	Сила упругости. Закон Гука
	2.2.6	Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения и сила трения покоя. Коэффициент трения. Сила сопротивления при движении тела в жидкости или газе
	2.2.7	Поступательное и вращательное движение абсолютно твёрдого тела
	2.2.8	Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Условия равновесия твёрдого тела в ИСО
	2.2.9	Технические устройства: подшипники, движение искусственных спутников
	2.2.10	Практические работы. Изучение движения бруска по наклонной плоскости под действием нескольких сил. Исследование зависимости сил упругости, возникающих в деформируемой пружине и резиновом образце, от величины их деформации. Исследование условий равновесия твёрдого тела, имеющего ось вращения
2.3	ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ	
	2.3.1	Импульс материальной точки, системы

		материальных точек. Импульс силы и изменение импульса тела
	2.3.2	Закон сохранения импульса в ИСО. Реактивное движение
	2.3.3	Работа силы
	2.3.4	Мощность силы
	2.3.5	Кинетическая энергия материальной точки. Теорема о кинетической энергии
	2.3.6	Потенциальная энергия. Потенциальная энергия упруго деформированной пружины. Потенциальная энергия тела вблизи поверхности Земли
	2.3.7	Потенциальные и непотенциальные силы. Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии
	2.3.8	Упругие и неупругие столкновения
	2.3.9	Технические устройства: движение ракет, водомёт, копер, пружинный пистолет
	2.3.10	Практические работы. Изучение связи скоростей тел при неупругом ударе. Исследование связи работы силы с изменением механической энергии тела
3	МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА	
3.1	ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ	
	3.1.1	Основные положения молекулярно-кинетической теории. Броуновское движение. Диффузия. Характер движения и взаимодействия частиц вещества
	3.1.2	Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел и объяснение свойств вещества на основе этих моделей
	3.1.3	Масса молекул. Количество вещества. Постоянная Авогадро
	3.1.4	Тепловое равновесие. Температура и её измерение. Шкала температур Цельсия
	3.1.5	Модель идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа
	3.1.6	Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц газа. Шкала температур Кельвина

	3.1.7	Уравнение Клапейрона – Менделеева. Закон Дальтона
	3.1.8	Газовые законы. Изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества: изотерма, изохора, изобара
	3.1.9	Технические устройства: термометр, барометр
	3.1.10	Практические работы. Измерение массы воздуха в классной комнате. Исследование зависимости между параметрами состояния разреженного газа
3.2	ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ	
	3.2.1	Термодинамическая система. Внутренняя энергия термодинамической системы и способы её изменения
	3.2.2	Количество теплоты и работа. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа
	3.2.3	Виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение. Теплоёмкость тела. Удельная теплоёмкость вещества. Расчёт количества теплоты при теплопередаче
	3.2.4	Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Графическая интерпретация работы газа
	3.2.5	Тепловые машины. Принципы действия тепловых машин. Преобразования энергии в тепловых машинах. Коэффициент полезного действия (далее – КПД) тепловой машины. Цикл Карно и его КПД
	3.2.6	Второй закон термодинамики. Необратимость процессов в природе. Тепловые двигатели. Экологические проблемы теплоэнергетики
	3.2.7	Технические устройства: двигатель внутреннего сгорания, бытовой холодильник, кондиционер
	3.2.8	Практические работы. Измерение удельной теплоёмкости
3.3	АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСВА. ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ	
	3.3.1	Парообразование и конденсация. Испарение и кипение. Удельная теплота парообразования. Зависимость температуры кипения от давления

	3.3.2	Абсолютная и относительная влажность воздуха. Насыщенный пар
	3.3.3	Твёрдое тело. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия свойств кристаллов. Жидкие кристаллы. Современные материалы
	3.3.4	Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Сублимация
	3.3.5	Уравнение теплового баланса
	3.3.6	Технические устройства: гигрометр и психрометр, калориметр, технологии получения современных материалов, в том числе наноматериалов, и нанотехнологии
	3.3.7	Практические работы. Измерение влажности воздуха
4	ЭЛЕКТРОДИНАМИКА	
4.1	ЭЛЕКТРОСТАТИКА	
	4.1.1	Электризация тел. Электрический заряд. Два вида электрических зарядов
	4.1.2	Проводники, диэлектрики и полупроводники
	4.1.3	Закон сохранения электрического заряда
	4.1.4	Взаимодействие зарядов. Закон Кулона
	4.1.5	Электрическое поле. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции. Линии напряжённости электрического поля
	4.1.6	Работа сил электростатического поля. Потенциал. Разность потенциалов
	4.1.7	Проводники и диэлектрики в постоянном электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость
	4.1.8	Электроёмкость. Конденсатор. Электроёмкость плоского конденсатора. Энергия заряженного конденсатора
	4.1.9	Технические устройства: электроскоп, электрометр, электростатическая защита, заземление электроприборов, конденсатор, ксерокс, струйный принтер
	4.1.10	Практические работы. Измерение электроёмкости конденсатора
4.2	ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. ТОКИ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ	
	4.2.1	Условия существования постоянного электрического тока. Источники тока. Сила

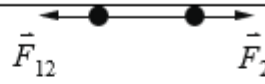
		тока. Постоянный ток
	4.2.2	Напряжение. Закон Ома для участка цепи
	4.2.3	Электрическое сопротивление. Удельное сопротивление вещества
	4.2.4	Последовательное, параллельное, смешанное соединение проводников
	4.2.5	Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца
	4.2.6	Мощность электрического тока
	4.2.7	электродвижущая сила (далее – ЭДС) и внутреннее сопротивление источника тока. Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи. Короткое замыкание
	4.2.8	Электронная проводимость твёрдых металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость
	4.2.9	Электрический ток в вакууме. Свойства электронных пучков
	4.2.10	Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Свойства p-n перехода. Полупроводниковые приборы
	4.2.11	Электрический ток в электролитах. Электролитическая диссоциация. Электролиз
	4.2.12	Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряд. Различные типы самостоятельного разряда. Молния. Плазма
	4.2.13	Технические устройства: амперметр, вольтметр, реостат, источники тока, электронагревательные приборы, электроосветительные приборы, термометр сопротивления, вакуумный диод, термисторы и фоторезисторы, полупроводниковый диод, гальваника
	4.2.14	Практические работы. Изучение смешанного соединения резисторов. Измерение ЭДС источника тока и его внутреннего сопротивления. Наблюдение электролиза

Приложение 9

Проверяемые на ЕГЭ по физике требования к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования

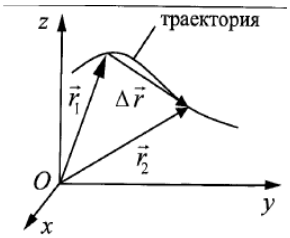
Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
1	Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов
2	Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы
3	Сформированность умений применять законы классической механики, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики, квантовой физики для анализа и объяснения явлений микромира, макромира и мегамира, различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов; анализировать физические процессы, используя основные положения, законы и закономерности
4	Сформированность умения различать условия применимости моделей физических тел и процессов (явлений)
5	Сформированность умения решать расчетные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия выбирать физические модели, отвечающие требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчеты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учетом полученных результатов
6	Решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов школьного курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественнонаучного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления
7	Владение основными методами научного познания, используемыми в физике: проводить прямые и косвенные измерения физических величин, выбирая оптимальный способ измерения и используя известные методы оценки погрешностей измерений, проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений, объяснять полученные результаты, используя физические теории, законы и

	понятия, и делать выводы; соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента и учебно-исследовательской деятельности с использованием цифровых измерительных устройств и лабораторного оборудования
8	Сформированность умений анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности; представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества
9	Овладение различными способами работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий; развитие умений критического анализа и оценки достоверности получаемой информации
10	Сформированность умений применять основополагающие астрономические понятия, теории и законы для анализа и объяснения физических процессов, происходящих на звездах, в звездных системах, в межгалактической среде; движения небесных тел, эволюции звезд и Вселенной

	$F = m\vec{a}$; $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t$ при $\vec{F} = \text{const}$
5	Третий закон Ньютона для материальных точек: $F_{12} = -F_{21}$ 
6	Закон всемирного тяготения: силы притяжения между точечными массами равны $F = G\frac{m_1 m_2}{R^2}$. Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R_0:

ние 10

е

Код раздела /темы	Код элемента	Проверяемые элементы содержания
1		МЕХАНИКА
1.1		КИНЕМАТИКА
	1.1.1	Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта
	1.1.2	Материальная точка. Ее радиус-вектор: $\vec{r}(t) = (x(t), y(t), z(t))$ траектория, перемещение: $\Delta\vec{r} = \vec{r}(t_2) - \vec{r}(t_1) = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = (\Delta x, \Delta y, \Delta z),$ путь. Сложение перемещений: $\Delta\vec{r}_1 = \Delta\vec{r}_2 + \Delta\vec{r}_0$ 
	1.1.3	Скорость материальной точки: $\vec{\upsilon} = \left.\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}\right\|_{\Delta t\to 0} = \vec{r}_t' = (\upsilon_x, \upsilon_y, \upsilon_z),$ $\upsilon_x = \left.\frac{\Delta x}{\Delta t}\right\|_{\Delta t\to 0} = x_t'$, аналогично $\upsilon_y = y_t'$, $\upsilon_z = z_t'$. Сложение скоростей: $\vec{\upsilon}_1 = \vec{\upsilon}_2 + \vec{\upsilon}_0$ Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси x по графику зависимости $\upsilon_x(t)$
	1.1.4	Ускорение материальной точки: $\vec{a} = \left.\frac{\Delta\vec{\upsilon}}{\Delta t}\right\|_{\Delta t\to 0} = \vec{\upsilon}_t' = (a_x, a_y, a_z)$, $a_x = \left.\frac{\Delta\upsilon_x}{\Delta t}\right\|_{\Delta t\to 0} = (\upsilon_x)_t'$, аналогично $a_y = (\upsilon_y)_t'$, $a_z = (\upsilon_z)_t'$.
	1.1.5	Равномерное прямолинейное движение:

$$x(t) = x_0 + \upsilon_{0x} t$$

$$\upsilon_x(t) = \upsilon_{0x} = \text{const}$$

1.1.6 Равноускоренное прямолинейное движение:

$$x(t) = x_0 + \upsilon_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$\upsilon_x(t) = \upsilon_{0x} + a_x t$$

$$a_x = \text{const}$$

$$\upsilon_{2x}^2 - \upsilon_{1x}^2 = 2a_x\left(x_2 - x_1\right)$$

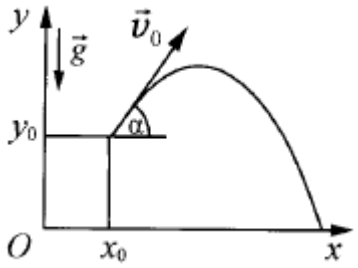
При движении в одном направлении путь $S = \frac{\upsilon_1 + \upsilon_2}{2} \cdot t$

1.1.7 Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом α к горизонту:

$$\begin{cases} x(t) = x_0 + \upsilon_{0x} t = x_0 + \upsilon_0 \cos\alpha \cdot t \\ y(t) = y_0 + \upsilon_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2} = y_0 + \upsilon_0 \sin\alpha \cdot t \end{cases}$$

$$\begin{cases} \upsilon_x(t) = \upsilon_{0x} = \upsilon_0 \cos\alpha \\ \upsilon_y(t) = \upsilon_{0y} + g_y t = \upsilon_0 \sin\alpha - gt \end{cases}$$

$$\begin{cases} g_x = 0 \\ g_y = -g = \text{const} \end{cases}$$



1.1.8 Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности.

Угловая и линейная скорость точки: $\upsilon = \omega R$. При равномерном движении точки по окружности $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$

Центростремительное ускорение точки: $a_{цс} = \frac{\upsilon^2}{R} = \omega^2 R$.

Полное ускорение материальной точки

1.1.9 Твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела

1.2 ДИНАМИКА

1.2.1 Инерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея

1.2.2 $\rho = \frac{m}{V}$

Масса тела. Плотность вещества:

1.2.3 $\vec{F}_{\text{равнодейств}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots$

Сила. Принцип суперпозиции сил:

1.2.4 Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО

1.2.5 $\vec{F} = m\vec{a}$; $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t$ при $\vec{F} = \text{const}$



Третий закон Ньютона

для материальных точек: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$

1.2.6 Закон всемирного тяготения: силы притяжения между точечными

массами равны $F = G\dfrac{m_1 m_2}{R^2}$

Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от

высоты h над поверхностью планеты радиусом R_0:

$$mg = \frac{GMm}{(R_0 + h)^2}$$

1.2.7 Сила упругости. Закон Гука: $F_x = -kx$

1.2.8 Сила трения. Сухое трение.

Сила трения скольжения: $F_{тр} = \mu N$

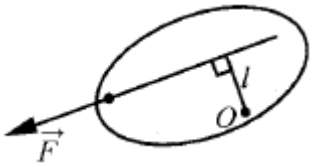
Сила трения покоя: $F_{тр} \le \mu N$.

Коэффициент трения

1.2.9 Давление: $p = \dfrac{F_\perp}{S}$

1.3 СТАТИКА

1.3.1 Момент силы относительно оси вращения:



|M| = Fl, где l – плечо силы $\vec{F}$

Относительно оси, проходящей через точку О перпендикулярно рисунку

1.3.2 Центр масс тела. Центр масс системы материальных точек:

$$\vec{r}_{ц.м.} = \frac{m_1\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2 + \ldots}{m_1 + m_2 + \ldots}$$

В однородном поле тяжести $(\vec{g} = \text{const})$

центр масс тела совпадает с его центром тяжести

1.3.3 Условия равновесия твёрдого тела в ИСО:

$$\begin{cases} M_1 + M_2 + \ldots = 0 \\ \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots = 0 \end{cases}$$

1.3.4 Закон Паскаля

1.3.5 Давление в жидкости, покоящейся в ИСО:

$$p = p_0 + \rho g h$$

1.3.6 Закон Архимеда: $\vec{F}_{\text{Арх}} = -\vec{P}_{\text{вытесн}}$,

если тело и жидкость покоятся в ИСО, то $F_{\text{Арх}} = pgV_{\text{вытесн}}$

Условие плавания тел

1.4 ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

1.4.1 Импульс материальной точки: $\vec{p} = m\vec{\upsilon}$

1.4.2 Импульс системы тел: $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \ldots$

1.4.3 Закон изменения и сохранения импульса:

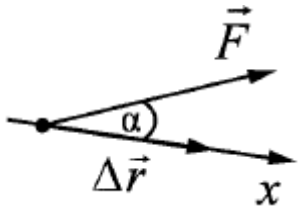
в ИСО $\Delta\vec{p} \equiv \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \ldots) = \vec{F}_{1\,\text{внешн}}\Delta t + \vec{F}_{2\,\text{внешн}}\Delta t + \ldots;$

в ИСО $\Delta\vec{p} \equiv \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \ldots) = 0$, если $\vec{F}_{1\,\text{внешн}} + \vec{F}_{2\,\text{внешн}} + \ldots = 0$

Реактивное движение

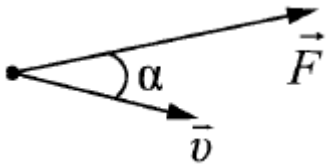
1.4.4 Работа силы на малом перемещении:

$$A = \left|\vec{F}\right| \cdot \left|\Delta\vec{r}\right| \cdot \cos\alpha = F_x \cdot \Delta x$$



1.4.5 Мощность силы:

если за время Δt работа силы изменяется на ΔA, то мощность силы $P =$



1.4.6 Кинетическая энергия материальной точки:

$$E_{\text{кин}} = \frac{m\upsilon^2}{2} = \frac{p^2}{2m}.$$

Закон изменения кинетической энергии системы материальных точек: в ИСО $\Delta E_{\text{кин}} = A_1 + A_2 + \ldots$

1.4.7 Потенциальная энергия:

для потенциальных сил

$$A_{12} = E_{1\,\text{потенц}} - E_{2\,\text{потенц}} = -\Delta E_{\text{потенц}}$$

Потенциальная энергия материальной точки в однородном поле тяжести: $E_{\text{потенц}} = mgh$

Потенциальная энергия упруго деформированного тела:

$$E_{\text{потенц}} = \frac{kx^2}{2}$$

1.4.8 Закон изменения и сохранения механической энергии:

$$E_{\text{мех}} = E_{\text{кин}} + E_{\text{потенц}},$$

$$\text{в ИСО } \Delta E_{\text{мех}} = A_{\text{всех непотенц. сил}},$$

$$\text{в ИСО } \Delta E_{\text{мех}} = 0, \text{ если } A_{\text{всех непотенц. сил}} = 0$$

1.5 МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

1.5.1 Гармонические колебания материальной точки. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание:

$$x(t) = A\sin\left(\omega t + \varphi_0\right),$$

$$\upsilon_x(t) = x_t',$$

$$a_x(t) = \left(\upsilon_x\right)_t' = -\omega^2 x(t) \Rightarrow a_x + \omega^2 x = 0,$$ где x , смещение из положения равновесия

Динамическое описание:

$ma_x = -kx$, где $k = m\omega^2$. Это значит, что $F_x = -kx$.

Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии):

$$\frac{m\upsilon^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{m\upsilon_{max}^2}{2} = \frac{kA^2}{2} = \text{const}$$

Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний её скорости и ускорения:

$$\upsilon_{\max} = \omega A, \; a_{\max} = \omega^2 A$$

1.5.2 Период и частота колебаний:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{\nu}.$$

Период малых свободных колебаний математического маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Период свободных колебаний пружинного маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

1.5.3 Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая

1.5.4 Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длины волны:

$$\lambda = \upsilon T = \frac{\upsilon}{\nu}.$$

Интерференция и дифракция волн

1.5.5 Звук. Скорость звука

2 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКИ

2.1 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

2.1.1 Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел. Пусть

термодинамическая система (тело) состоит из N одинаковых молекул. Тогда количество вещества $\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu}$, где N_A - число Авогадро, m - масса системы (тела), μ молярная масса вещества

2.1.2 Тепловое движение атомов и молекул вещества

2.1.3 Взаимодействие частиц вещества

2.1.4 Диффузия. Броуновское движение

2.1.5 Модель идеального газа в МКТ

2.1.6 Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ):

$p = \frac{1}{3} m_0 n \overline{v^2} = \frac{2}{3} n \cdot \left(\overline{\frac{m_0 v^2}{2}} \right) = \frac{2}{3} n \cdot \overline{\varepsilon_{\text{пост}}}$, где m_0 – масса одной молекулы, $n = \frac{N}{V}$ – концентрация молекул

2.1.7 Абсолютная температура: $T = t^\circ + 273\,\text{K}$

2.1.8 Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул:

$$\overline{\varepsilon_{\text{пост}}} = \overline{\left(\frac{m_0 v^2}{2} \right)} = \frac{3}{2} kT$$

2.1.9 Уравнение: $p = nkT$

2.1.10 Модель идеального газа в термодинамике:

$$\begin{cases} \text{Уравнение Менделеева – Клапейрона} \\ \text{Выражение для внутренней энергии} \end{cases}$$

Уравнение Менделеева -Клапейрона (применимые формы записи):

$$pV = \frac{m}{\mu} RT = \nu RT = NkT, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}.$$

Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа (применимые формы записи):

$$U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} NkT = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT = \nu c_\upsilon T = \frac{3}{2} pV$$

2.1.11 Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов:

$$p = p_1 + p_2 + \ldots$$

2.1.12 Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным количеством вещества ν):

изотерма: $(\mathrm{T} = \mathrm{const})\colon\ pV = \mathrm{const}$,

изохра $(\mathrm{V} = \mathrm{const})\colon \dfrac{p}{T} = \mathrm{const}$,

изобара $(\mathrm{p} = \mathrm{const})\colon \dfrac{V}{T} = \mathrm{const}$

Графическое представление изопроцессов на pV-, pT- и VT- диаграммах.

Объединенный газовый закон:

$$\frac{\mathrm{pV}}{\mathrm{T}} = \mathrm{const}$$

для постоянного количества вещества v

2.1.13 Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара

2.1.14 Влажность воздуха.

Относительная влажность:

$$\varphi = \frac{p_{\text{пара}}(T)}{p_{\text{насыщ. пара}}(T)} = \frac{\rho_{\text{пара}}(T)}{\rho_{\text{насыщ. пара}}(T)}$$

2.1.15 Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости

2.1.16 Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация

2.1.17 Преобразование энергии в фазовых переходах

2.2 ТЕРМОДИНАМИКА

2.2.1 Тепловое равновесие и температура

2.2.2 Внутренняя энергия

2.2.3 Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение

2.2.4 Количество теплоты.

Удельная теплоёмкость вещества c: $Q = cm\Delta T$

2.2.5 Удельная теплота парообразования L: $Q = Lm$.

Удельная теплота плавления $\lambda\colon Q = \lambda m$.

Удельная теплота сгорания топлива $\mathrm{q}\colon Q = qm$

2.2.6 Элементарная работа в термодинамике: . $A = p\Delta V$

Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме

2.2.7 Первый закон термодинамики:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = (U_2 - U_1) + A_{12}.$$

Адиабата:

$$Q_{12} = 0 \Rightarrow A_{12} = U_1 - U_2 = -\Delta U_{12}$$

2.2.8 Второй закон термодинамики. Необратимые процессы

2.2.9 Принципы действия тепловых машин. КПД:

$$\eta = \frac{A_{\text{за цикл}}}{Q_{\text{нагр}}} = \frac{Q_{\text{нагр}} - |Q_{\text{хол}}|}{Q_{\text{нагр}}} = 1 - \frac{|Q_{\text{хол}}|}{Q_{\text{нагр}}}$$

2.2.10 Максимальное значение КПД. Цикл Карно:

$$max\,\eta = \eta_{\text{Карно}} = \frac{T_{\text{нагр}} - T_{\text{хол}}}{T_{\text{нагр}}} = 1 - \frac{T_{\text{хол}}}{T_{\text{нагр}}}$$

2.2.11 Уравнение теплового баланса: $Q_1 + Q_2 + Q_3 + \ldots = 0$

3 ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

3.1 ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

3.1.1 Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда

3.1.2 Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона: в однородном веществе с диэлектрической проницаемостью

$$F = k\frac{|q_1|\cdot|q_2|}{\varepsilon r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}\cdot\frac{|q_1|\cdot|q_2|}{r^2}$$

3.1.3 Электрическое поле. Его действие на электрические заряды

3.1.4 Напряжённость электрического поля:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_{\text{пробный}}}$$

Поле точечного заряда:

$$E_r = k\frac{q}{r^2},$$

однородное поле: $\vec{E} = \text{const.}$

Картины линий напряжённости этих полей

3.1.5 Потенциальность электростатического поля.

Разность потенциалов и напряжение:

$A_{12} = q(\varphi_1 - \varphi_2) = -q\Delta\varphi = qU.$

Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле:

$W = q\varphi.$

$A = -\Delta W$

Потенциал электростатического поля:

$$\varphi = \frac{W}{q}.$$

Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля: $U = Ed$

3.1.6 Принцип суперпозиции электрических полей:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \ldots, \quad \varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \ldots$$

3.1.7 Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов: внутри проводника $\vec{E} = 0$;

внутри и на поверхности проводника $\varphi = \text{const}$

3.1.8 Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества Ɛ

3.1.9 Конденсатор. Электроёмкость конденсатора: $C = \frac{q}{U}$.

Электроёмкость плоского конденсатора: $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} = \varepsilon C_0$

3.1.10 Параллельное соединение конденсаторов:

$$q = q_1 + q_2 + \ldots,\ U_1 = U_2 = \ldots,\ C_{\text{паралл}} = C_1 + C_2 + \ldots$$

Последовательное соединение конденсаторов:

$$U = U_1 + U_2 + \ldots,\ q_1 = q_2 = \ldots,\ \frac{1}{C_{\text{посл}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots$$

3.1.11 Энергия заряженного конденсатора: $W_C = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$

3.2 ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

3.2.1 Сила тока: $I = \left.\frac{\Delta q}{\Delta t}\right|_{\Delta t \to 0}$

Постоянный ток: $I = \text{const}$

Для постоянного тока q = It

3.2.2 Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС E

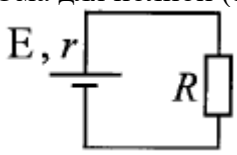
3.2.3 Закон Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R}$

3.2.4 Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества. $R = \rho\frac{l}{S}$

3.2.5 Источники тока. ЭДС источника тока: $\mathrm{E} = \frac{A_{\text{сторонних сил}}}{q}$

Внутреннее сопротивление источника тока

3.2.6 Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи: E= IR+Ir,



откуда

$$I = \frac{\mathrm{E}}{R + r}$$

3.2.7 Параллельное соединение проводников:

$$\mathrm{I} = \mathrm{I}_1 + \mathrm{I}_2 + ..., \mathrm{U}_1 = \mathrm{U}_2 = ..., \frac{1}{R_{\text{паралл}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots$$

Последовательное соединение проводников:

$$\mathrm{U} = \mathrm{U}_1 + \mathrm{U}_2 + ..., \mathrm{I}_1 = \mathrm{I}_2 = ..., R_{\text{посл}} = R_1 + R_2 + \ldots$$

3.2.8 Работа электрического тока: A=IUt.
Закон Джоуля - Ленца: $Q=I^2Rt$

На резисторе:

$$R: Q = A = I^2Rt = IUt = \frac{U^2}{R}t$$

3.2.9

Мощность электрического тока:

$$P = \left.\frac{\Delta A}{\Delta t}\right|_{\Delta t \to 0} = IU$$

Тепловая мощность, выделяемая на резисторе:

$$P = I^2R = \frac{U^2}{R} = IU$$

Мощность источника тока:

$$P_{\mathrm{E}} = \left.\frac{\Delta A_{\text{ст. сил}}}{\Delta t}\right|_{\Delta t \to 0} = \mathrm{E}I$$

3.2.10 Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод